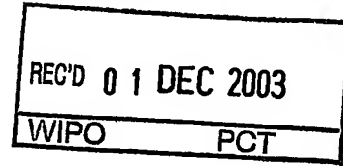


# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Rec'd PGI/PTU 15 APR 2005

10/531528



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 49 796.6

**Anmeldetag:** 24. Oktober 2002

**Anmelder/Inhaber:** Eduard Küsters Maschinenfabrik GmbH & Co KG,  
Krefeld/DE

**Bezeichnung:** Durchbiegungseinstellwalze

**IPC:** F 16 C, D 21 G

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 16. Oktober 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

*[Signature]*  
Faust

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

# SPARING · RÖHL · HENSELER

PATENTANWÄLTE

EUROPEAN PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS

Dipl.-Ing. Helmut Marsch (1934-1979)  
Dipl.-Ing. Klaus Sparing (1958-1999)  
Dr. rer. nat. Wolf Horst Röhl  
Dr. rer. nat. Daniela Henseler

Postfach 14 04 43  
D-40074 Düsseldorf

Telefon (02 11) 67 10 34  
Telefax (02 11) 66 34 20  
SRHPat@aol.com

SPARING, RÖHL, HENSELER · POSTFACH 14 04 43 · D-40074 DÜSSELDORF

Eduard Küsters Maschinenfabrik  
GmbH & Co. KG  
Eduard-Küsters-Str. 1  
47805 Krefeld

703DE25

## Durchbiegungseinstellwalze

Die Erfindung betrifft eine Durchbiegungseinstellwalze mit einem drehbaren Walzenmantel, der von einem feststehenden Träger durchsetzt ist, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Derartige Durchbiegungseinstellwalzen, wie in der US 3,802,044 beschrieben, umfassen einen feststehenden Träger und einen um diesen drehbaren, rohrförmigen Walzenmantel, der einen Ringraum umschließt und auf Gleitflächen von kolbenartigen Stützelementen mit hydraulischer Anpresskraft abgestützt ist. Die bekannten Durchbiegungseinstellwalzen dieser Art werden für viele Anwendungszwecke eingesetzt, z. B. Kalandern, Glättwerken, Pressenpartien, Druckmaschinen, Walzwerken und dergleichen. Sie dienen dort zur Korrektur unerwünschter Durchbiegungen bzw. Verformungen des Walzenmantels, zur Einstellung von Streckenlasten in einem Nip und gegebenenfalls zur Einstellung eines Walzenmantelhubs gegenüber dem Träger zum Schließen von Nips.

Im Betrieb rotiert der Walzenmantel um den drehfest gelagerten Träger. Bei einer betriebsbedingten Belastung des Walzenmantels entstehende Durchbiegungen werden durch hydrostatische Lagerungen, die auf kolbenartigen Stützelementen angeordnet sind, aufgenommen. Diese stützen den Walzenmantel von innen gegenüber dem Träger ab. Dadurch kann es zur elastischen Durchbiegung des Trägers kommen. Die aus dem Träger radial herausfahrbaren, üblicherweise kolbenartig ausgebildeten und durch Druckmittel betätigbaren Krafftelemente, die Gleitflächen mit Mitteln zur hydrostatischen Lagerung aufweisen, überbrücken die Durchbiegungsdifferenz zwischen dem Träger und dem Innenumfang des Walzenmantels. Auf diese Weise wird ein Stützen des Walzenmantels auf den Gleitflächen der Lagerungen erhalten.

Aufgrund der durch die Betriebsbelastungen der Walze verursachte Durchbiegung des Trägers kommt es zu einer erzwungenen Schrägstellung der die Stützkolben aufnehmenden Hydrozylinder und zu einer erhöhten Belastung der Stützkolbendichtungen. Beim Herausfahren der Stützkolben aus ihren Hydrozylindern vergrößert sich deren Stützlänge. Damit wird die Labilität der Stützkolben in ihrer Stützposition verstärkt. Eine definierte Stützung des Walzenmantels wird dadurch unmöglich. Jeder Stützkolben ist nämlich aufgrund seiner Konstruktion in der Stützposition statisch unbestimmt gelagert, also in der Stützposition labil. Unter der Einwirkung der Betriebslast und der Tangentialkräfte, die aufgrund der Druckflüssigkeitsreibung in dem Stützspalt zum Walzenmantel entstehen, greifen an den Stützkolben an und rufen Kippmomente in der Rotationsrichtung hervor. Auch durch die lastbedingten Verformungen und Verlagerungen des Walzenmantels wird die Entstehung von Kippmomenten an den Stützkolben begünstigt.

Die durch die Wirtschaftlichkeitsforderungen bedingte Steigerung der Maschinengeschwindigkeiten führt zu einer deutlichen Erhöhung der Reibung im

Stützspalt und dadurch auch der reibungsbedingten Tangentialkräfte. Diese bedingen wiederum eine Vergrößerung der Kippmomente. Die Kippung der Stützkolben führt zu einem metallischen Kontakt der Gleitflächen der Lagerungen mit der Innenwand des Walzenmantels und verursacht einen erhöhten Druckmittelverbrauch. Durch die Schrägstellung der Stützkolben leiden schließlich auch die Kolbendichtungen. Die Walze ist deshalb störanfällig und unterliegt einem erhöhten Verschleiß.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Durchbiegungseinstellwalze nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 zu schaffen, deren hydrostatische Lagerungen verschleißarm und positionssicher auf den Walzenmantel wirken.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 gelöst.

Hierdurch wird eine Durchbiegungseinstellwalze geschaffen, bei der der Walzenmantel von axial nebeneinander angeordneten hydrostatischen Lagerungen getragen wird, die als hydrostatische Doppellagerungen ausgebildet sind. Auf diese Weise wird der Walzenmantel längs einer Druckzone nicht mehr gestützt, sondern an sphärischen Innenlagerflächen getragen. Kippungen sind ausgeschlossen. Eine solche Walzenmantellagerung ermöglicht in allen Betriebszuständen, insbesondere bei hohen Geschwindigkeiten und bei hohen thermischen Belastungen und beim Auftreten von Störkräften, die auf die Walze einwirken, einen verschleißarmen und energiesparenden Betrieb.

Durch die sphärische, zu der Walzenmantelumfangslinie konzentrische Innenlagerfläche können Kippungen eines Außenlagertaschenelementes und damit jegliche Veränderungen der Parallelität ihrer Dichtflächen zu einer Innenwand des Walzenmantels ausgeschlossen werden. Sämtliche auf die hydrostatischen Lagerungen wirkenden Lageänderungen werden durch ein Gleiten der Außenlagertaschenelemente an den konzentrisch sphärischen

Innenlagerflächen der hydrostatischen Lagerung ausgeglichen, und zwar selbsttätig. Die hydrostatische Doppellagerung bewirkt also, daß die Parallelität des Dichtspalts der Außenlagertaschenelemente zu der Innenwand des Walzenmantels stets eingehalten wird, da das Außenlagertaschenelement auf der Innenlagerfläche gleitet, wenn das Kraftelement nicht mehr mittig in der Belastungsebene wirkt, um selbst mittig in der Belastungsebene zu verharren. Folglich kann die Höhe des Dichtspaltes der Außenlagertaschenelemente reduziert und der Druckmittelbedarf herabgesetzt werden. Ein solches Lagersystem stabilisiert auch und ermöglicht in allen Betriebszuständen, insbesondere bei Hochgeschwindigkeiten und bei hohen thermischen Belastungen und beim Auftreten von Störkräften, die auf die Walze einwirken, einen verschleißarmen sowie druckmittel- und energiesparenden Betrieb.

Eine unter Betriebslast auftretende Trägerdurchbiegung kann durch eine radiale Verfahrbarkeit der axial nebeneinander angeordneten hydrostatischen Lagerungen ein Abstandsausgleich erfolgen, wobei das Außenlagertaschenelement in seiner Tragposition jedoch unverrückbar konstant und radial konzentrisch zur Mantelumfangslinie an der Innenwand des Walzenmantels gehalten wird. Dies folgt aus der hydrostatischen Lagerung des äußeren hydrostatischen Tragelementes auf der sphärischen Innenlagerfläche. Die Innenlagerfläche und das Außenlagertaschenelement besitzen dazu sphärische Arbeitsflächen, zwischen die ein Schmiermittel gepreßt wird. Die sphärische Innenlagerfläche gestattet Neigungen der Kraftelemente um ihre Längsachse, entlang der die Lagerung für eine radiale Verschiebbarkeit im Träger geführt sein kann.

Die Umfangskräfte, die bei der Rotation des Walzenmantels durch die Spaltströmung und durch das Umgebungsmedium in dem Zwischenraum von Träger und Innenwand des Walzenmantels entstehen, haben hier keinen Einfluß auf die statisch bestimmte Position der hydrostatischen Lagereinrichtung. Eine innere hydrostatische Lagerung ermöglicht bei den betriebsbedingten

Verformungen der Träger ein reibungsfreies Gleiten des äußeren hydrostatischen Tragelementes auf einer sphärischen Innenlagerfläche. Die Spaltströmung kann dadurch z.B. bei minimaler Spalthöhe geregelt werden.

Eine solche hydrostatische Doppellagerung mit kugeliger Innenlagerfläche sichert die Funktionstüchtigkeit, die Betriebssicherheit und den Gebrauchsschutz der Lagerung wesentlich. Ferner ist in allen Betriebszuständen mit oft rasch wechselnden Lasten die Spaltschmierung gewährleistet. Die tatsächliche Beibehaltung gleicher Spalthöhen über den ganzen Umfang einer Dichtfläche eines Außenlagertaschenelementes hat zur Folge, daß ein bisher nicht erreichtes Tragen des Walzenmantels gewährleistet wird.

Weiterhin ist eine einwandfreie Dämpfung der Schwingungs- und Vibrationserscheinungen das unmittelbare Ergebnis der zweistufigen hydrostatischen Lagerung, denn mit einer geregelten Spaltströmung wird eine wirksame Dämpfung sämtlicher betriebsbedingter Vibrationen erreicht. Die Walze ist deshalb für höchste Geschwindigkeiten und Temperaturen ausgelegt.

Die Versorgung der hydrostatischen Bauteile kann jeweils mit einem konstanten Volumenstrom eines Hydraulikdruckmediums erfolgen. Ein vorzugsweise vorgesehenes Innenlagertaschenelement zur geometrisch genauen Halterung und Positionierung des Außenlagertaschenelementes kann auch über einen druckgeregelten Strom an Hydraulikdruckmedium versorgt werden.

Die Regelung der hydrostatischen Lagerungen ist einfach. Es kann ein geschlossener Regelkreis verwendet werden, in dem jeweils die beiden hydrostatisch gebildeten Schichten des Druckmittels an den Tragelementen einer jeden hydrostatischen Lagerung in einem Gleichgewichtszustand verharren. Nur eine Störungsüberwachung kann dann ausreichend sein.

Die hydrostatische Lagerung ist zudem neben ihren großen funktionellen Vorteilen überraschend einfach in ihrem Konstruktionsaufbau und verlangt keine neuen Lösungen für im Lagerbereich im übrigen vorzusehende Bauteile.

Die erfindungsgemäßen hydrostatischen Lagerungen können auch als Randlager verwendet werden und dazu entweder auf einem radial verschiebbaren Lagerring oder trägerfest angeordnet sein. Vorzugsweise sind hierbei mindestens zwei Kraftelemente umfänglich verteilt angeordnet.

Für eine störungsarme und wirksame Axiallagerung des Walzenmantels kann auf bekannte Lösungen zurückgegriffen werden.

Weitere Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung sind den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung zu entnehmen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in den beigefügten Abbildungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Teilquerschnitt einer Walze gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 2 zeigt schematisch eine Draufsicht einer hydrostatischen Lagerung der Walze gemäß Fig. 1,

Fig. 3 zeigt schematisch einen Teilquerschnitt einer Walze gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 4 zeigt schematisch eine Draufsicht einer hydrostatischen Lagerung der Walze gemäß Fig. 3,

Fig. 5 zeigt schematisch einen Teilquerschnitt einer Walze gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel,

Fig. 6 zeigt schematisch eine Draufsicht einer hydrostatischen Lagerung der Walze gemäß Fig. 5,

Fig. 7 zeigt schematisch einen Teillängsschnitt einer Walze gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 8 zeigt schematisch einen Teillängsschnitt einer Walze gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel mit zugeordnetem Hydrauliksystem,

Fig. 9 zeigt schematisch einen Teillängsschnitt einer Walze gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel mit zugeordnetem Hydrauliksystem.

Fig. 10 zeigt schematisch einen Teillängsschnitt, entlang A-A in Fig. 11, einer hydrostatischen Lagerung gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel,

Fig. 11 zeigt schematisch eine Draufsicht einer hydrostatischen Lagerung einer Walze gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel.

Die Erfindung betrifft eine Durchbiegungseinstellwalze zur Bildung eines Nips in einer Vorrichtung, vorzugsweise in einem Kalandrier oder einer Presse, für die Behandlung einer Warenbahn, insbesondere einer Papierbahn oder Kartonbahn.

Gemäß einem in den Figuren 1, 2, 7 und 8 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung besitzt die Durchbiegungseinstellwalze einen Walzenmantel 2, der von einem drehfesten Träger 1 durchsetzt ist. Der Walzenmantel 2 ist als Walzenrohr oder Walzenschale ausgebildet, d.h. der Walzenmantel 2 umgibt einen Ringraum 3, in dem der Träger 1 angeordnet ist. Der Träger 1 ist mit seinen Enden 4 (Fig. 8) in jeweils einem Kalottenlager 5 drehfest und schwenkbar gehalten. Der Walzenmantel 2 ist gegenüber dem Träger 1 drehbar und ist an beiden Enden in jeweils einer Randlagereinheit 6 abgestützt. Je nach der Verwendung der Walze kann der Walzenmantel 2 entweder zum Träger 1 relativ verschiebbar sein oder an dem Träger 1 mittels eines Randlagers direkt abgestützt sein. Die Randlagereinheit 6 umfaßt hier gemäß Fig. 7, 8 und 9 vorzugsweise einen gegenüber dem Träger 1 radial verschiebbaren Lagerring 6.1 mit einem Lager 6.2, das beispielsweise von einem Wälzlager gebildet wird. Der Walzenmantel 2 kann hierdurch gegenüber dem

Träger 1 in verschiedenen Lagen positioniert werden. Als Wälzlager wird vorzugsweise ein Pendelrollenlager verwendet, das die beiden Funktionen des Radial- als auch des Axiallagers besitzt. Dadurch ist die Position des Walzenmantels 2 gegenüber dem Träger 1 auch in Axialrichtung gewährleistet.

Bei einer alternativen Ausführung des Lagers 6.2 als hydrostatisches Lager kann die axiale Lagerung des Walzenmantels 2 gegenüber dem Träger 1 ebenfalls mittels eines hydrostatischen Axiallagers erfolgen. Der Walzenmantel 2 besitzt hierzu mindestens an einem Ende vorzugsweise eine Seitenwandung 20, die mittels hydrostatischer Axiallager 21, 22 (vgl. Fig. 9) die axiale Position des Walzenmantels 2 zu dem Träger sichern.

Zwischen dem Träger 1 und dem Walzenmantel 2 ist eine hydraulische Lageranordnung zum Lagern des Walzenmantels 2 längs mindestens eines Wirkbereiches angeordnet, die von einzelnen axial nebeneinander angeordneten, radial bewegbaren hydrostatischen Lagerungen 7 gebildet wird, denen je ein Druckmittel mit einstellbarem Druck zuführbar ist. Die Lagerungen 7 sind zur Druckübertragung zwischen Walzenmantel 2 und Träger 1 vorgesehen, wobei das Druckmittel für Anpreßdruck und Hydrostatik verwendet wird, und zwar je nach Ausbildung der hydrostatischen Lagerung 7 mit gemeinsamer oder getrennter Zuführung.

Die Lagerungen 7 sind gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel entlang gegenüberliegender Wirkbereiche in einer Wirkebene angeordnet (vgl. Fig. 8), wobei ein Wirkbereich sich jeweils zwischen den beiden Randlagereinheiten 6 längs der Walze erstreckt und eine Lagerung 7 oder eine Mehrzahl axial in einer Reihe verteilt angeordneter Lagerungen 7 umfaßt. Alternativ ist nur mindestens ein Wirkbereich vorgesehen oder es sind mehrere Wirkbereiche umfänglich verteilt angeordnet.

Wie Fig. 1 zeigt, umfaßt jede Lagerung 7 ein Kraftelement 70 mit einem Außenlagertaschenelement 9. Das Kraftelement 70 ist hydraulisch radial bewegbar zur Übertragung eines Anpreßdrucks auf einen Innenumfang 10 bzw. eine Innenwand des Walzenmantels 2, wodurch der Walzenmantel 2 radial nach außen gedrückt werden kann. Das Außenlagertaschenelement 9 weist eine zylindrische, den zylindrischen Walzenmantel 2 auf der inneren Mantelumfangslinie 10 hydrostatisch abstützende Außenlagerfläche mit einer umlaufenden Außenlager-Randfläche 11 auf. Das Außenlagertaschenelement 9 wird von dem Kraftelement 70 getragen und geführt, wozu das Außenlagertaschenelement 9 auf einer sphärischen, zur inneren Umfangslinie 10 des Walzenmantels 2 konzentrisch verlaufenden Innenlagerfläche 13 hydrostatisch gelagert ist.

Das Außenlagertaschenelement 9 ist hier an einem äußeren hydrostatischen Tragelement 8 ausgebildet und weist mindestens eine, beispielsweise vier Drucktaschen 16 (vgl. Fig. 2) auf, die über eine gemeinsame Zuleitung 17, die sich in die Drucktaschen 16 verzweigt, mit einem Druckmittel für eine Hydrostatik versorgt werden. Durch die Beaufschlagung des Außenlagertaschenelementes 9 mit Druckmittel bildet sich ein Strömungsspalt zwischen der Außenlager-Randfläche 11 und der Mantelinnenwand 10 des Walzenmantels 2, wodurch ein äußeres hydrostatisches Gleitlager entsteht. Form und Anzahl der Drucktaschen 16 sind individuell wählbar. Das hydrostatische Tragelement 8 besitzt an der dem Außenlagertaschenelement 9 gegenüberliegenden Seite eine schalensegmentartig ausgebildete Außenlager-Innenfläche mit einer umlaufenden Innenlager-Randfläche 15, die als eine sphärische Arbeitsfläche für ein hydrostatisches Lager mit der sphärischen Innenlagerfläche 13 ausgebildet ist, wodurch das Außenlagertaschenelement 9 auf der Innenlagerfläche 13 hydrostatisch gelagert wird. Das Außenlagertaschenelement 9 erfährt hierdurch eine Tragfunktion, da die hydrostatischen Arbeitsflächen durch ein Gleiten

aufeinander lagern und damit eine Flächenlagerung und keine Punktlagerung bewirken.

Für die hydrostatische Lagerung des Außenlagertaschenelementes 9 auf der Innenlagerfläche 13 ist vorzugsweise ein Innenlagertaschenelement 14 vorgesehen. Das Innenlagertaschenelement 14 ist gemäß dem in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel der Walze an dem äußeren hydrostatischen Tragelement 8 ausgebildet. Das Innenlagertaschenelement 14 weist mindestens eine Drucktasche 18 auf, die über eine Zuleitung 19 mit einem Druckmittel versorgt wird. Da das Innenlagertaschenelement 14 mit seiner mindestens einen Drucktasche 18 in das äußere hydrostatische Tragelement 8 integriert ist, wird an dem äußeren hydrostatischen Tragelement 8 eine Außenlager-Innenfläche mit Drucktaschen und einer Innenlager-Randfläche 15 gebildet, die von der sphärischen Innenlagerfläche 13 unter Bildung eines Dichtspaltes getragen wird. Durch die Beaufschlagung des Innenlagertaschenelementes 14 mit einem Druckmittel bildet sich ein Strömungsspalt zwischen der Innenlager-Randfläche 15 des äußeren hydrostatischen Tragelementes 8 und der Innenlagerfläche 13, wodurch ein inneres hydrostatisches Lager aus sphärischer Innenlagerfläche 13 und zugehöriger schalensegmentartiger Außenlager-Innenfläche mit einer Innenlager-Randfläche 15 entsteht.

Die sphärische Innenlagerfläche 13 ist an einem inneren hydrostatischen Tragelement 12 eines Kraftelementes 70 vorgesehen. Das innere hydrostatische Tragelement 12 kann an einem Kolbenabschnitt 40 des Kraftelementes 70 befestigt sein, beispielsweise mittels Schrauben 23, oder einstückig mit diesem ausgebildet sein. Das innere hydrostatische Tragelement 12 besitzt eine dem äußeren hydrostatischen Tragelement 8 zugewandete Oberseite, die die sphärische Innenlagerfläche 13 bildet. Die sphärische Ausbildung ist dergestalt, daß die Innenlagerfläche 13 zur inneren Walzenmantelumfangslinie 10

konzentrisch verläuft. Gleiches gilt für die schalensegmentartig ausgebildete Außenlager-Innenfläche mit umlaufender Innenlager-Randfläche 15, die als sphärische Arbeitsfläche mit der sphärischen Innenlagerfläche 13 zusammenarbeitet.

Gemäß einer alternativen, nicht dargestellten Ausführungsform der Erfindung kann das Innenlagertaschenelement 14 auch an dem inneren hydrostatischen Tragelement 12 ausgebildet sein, so daß die sphärische Innenlagerfläche 13 dann mit Drucktaschen ausgebildet ist, während die Außenlager-Innenfläche 15 eine Schalenfläche ohne Drucktaschen sein kann.

Das Kraftelement 70 ist vorzugsweise als Druckkolben ausgebildet mit einem Kolbenabschnitt 40, der in einer zylindrischen Ausnehmung 41 des Trägers 1 radial verschiebbar geführt ist, um eine hydraulische Kolben-Zylindereinheit auszubilden. Dazu ist die Ausnehmung 41 über eine Leitung 42 mit einem Druckmittel, beispielsweise Öl, beaufschlagbar. Mittels Dichtungen 51 kann eine Abdichtung gegenüber dem Ringraum 3 erfolgen. Das Druckmittel kann für die Anpreßkraft und die Hydrostatik verwendet werden. Durch die Leitung 42 fließt Druckmittel in den Druckraum, d.h. die Ausnehmung 41, des Kraftelementes 7. Aus dem Druckraum fließt das Druckmittel durch die Zuleitungen 19 einerseits in das Innenlagertaschenelement 14 und durch die Zuleitung 17 andererseits in das Außenlagertaschenelement 9. Die wirksame Druckübertragungsfläche des Druckraums des Kolbenabschnitts 40, die wirksame Druckübertragungsfläche zwischen Außenlagertaschenelement 9 und Walzenmantel 2, die wirksame Druckübertragungsfläche zwischen Innenlagertaschenelement 14 und Innenlagerfläche 13 und eine Drosselwirkung der Leitungen 17, 19 sind so aufeinander abgestimmt, daß das Außenlagertaschenelement 9 zentrisch zum Walzenmantelinnenumfang 10 positioniert bleibt, wenn der Kolbenabschnitt 40 mit dem inneren Tragelement 12 sich neigt. Das äußere hydrostatische Tragelement 8

bleibt demzufolge in Axialrichtung und Radialrichtung an der Innen-Mantellinie 10 gleitfähig gefesselt.

Die Zuleitung 17 für ein Druckmittel zum Außenlagertaschenelement 9 erfolgt vorzugsweise mittels eines Dichtzapfens 24, der in dem äußeren hydrostatischen Tragelement 8 befestigt ist, beispielsweise eingeschraubt ist, und mit einem anderen Ende in einer zylindrischen Einsenkung 25 des inneren hydrostatischen Tragelementes 12 über Einsatzstücke, vorzugsweise Dichtungen 26 aus einem elastischen Material, abgedichtet ist. Dadurch wird der Austritt des Druckmittels außerhalb der Zuleitung 17 verhindert. Die Einsatzstücke sind so bemessen, daß sie ein selbständiges konzentrisches Verschieben des Außenlagertaschenelementes 9 des äußeren hydrostatischen Tragelementes 8 gegenüber der Innenlagerfläche 13 gewährleisten, andererseits das äußere hydrostatische Tragelement 8 gegenüber dem inneren hydrostatischen Tragelement 12 positionieren. Das Verschieben des äußeren hydrostatischen Tragelementes 8 gegenüber dem inneren hydrostatischen Tragelement 12 erfolgt auf der konzentrischen sphärischen Innenfläche 13, so daß die Tragposition des Außenlagertaschenelementes zentrisch verharrt. Die mechanische Positionierhilfe mittels Dichtzapfen 24 definiert die Grenzen der Verschiebbarkeit des äußeren Tragelementes 8 gegenüber dem inneren Tragelement 12.

Die Zuleitungen 17, 19, 42 für das Druckmittel zum Außenlagertaschenelement 9, Innenlagertaschenelement 14 und die zylindrische Ausnehmung 41 sind jeweils mit einem Druckmittelreservoir in bekannter Weise verbindbar. Die Verbindung mit einem Druckmittelreservoir kann jeweils über eine Reguliervorrichtung erfolgen, die den Druck und die Strömung des Druckmittels bestimmt. Bevorzugt ist, daß die Außen- und Innenlagertaschenelemente 9, 14 mit jeweils einem konstanten Volumenstrom des Hydraulikmediums beaufschlagbar sind. Das Innenlagertaschenelement 14 kann zur geometrisch genauen Halterung und

Positionierung des Außenlagertaschenelementes 9 auch über einen druckgeregelten Strom mit Druckmittel versorgt werden.

Fig. 8 zeigt die Durchbiegungseinstellwalze gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel mit zugeordnetem Hydrauliksystem. Es ist eine Pumpe 29 vorgesehen, die Druckmittel aus einem Reservoir 32 fördert. Sie fördert das Druckmittel über Regler 30 zu den Druckleitungen 42 der Lagerungen 7.

Eine weitere Pumpe 31, die aus einem Reservoir 35 fördert, wird mit Vorteil für die Versorgung der Randlager 6 vorgesehen, wobei der Volumenstrom des Druckmittels über Regler 28 zu den Leitungen 43 der Randlager 6 gelangt.

Der Ringraum 3 der Walze kann über eine Leitung 57 mit einem Druckmittel beaufschlagbar sein, um einen Innendruck in dem Ringraum 3 gegenüber den Lagerungen 7 einstellen zu können. Dazu fördert eine Pumpe 59 Druckmittel über einen Regler 58 und die Leitung 57 in den Ringraum 3.

Weiterhin kann die Durchbiegungseinstellwalze beheizbar ausgebildet sein, wozu Druckmittel gleichzeitig als Heizmedium eingesetzt wird. Die Walze kann als harte Walze eingesetzt werden oder der Walzenmantel 2 einen äußeren elastischen Belag aufweisen, um eine weiche Walze zu bilden.

Alternativ kann gemäß dem in Fig. 9 dargestellten Ausführungsbeispiel das Randlager 6 von hydrostatischen Lagerungen gebildet werden, die den vorstehend beschriebenen Lagerungen 7 entsprechen, also baugleich sind. Vorzugsweise sind mindestens jeweils zwei Lagerungen der beschriebenen Art umfänglich verteilt an jedem Walzenmantelende angeordnet. Das Hydrauliksystem entspricht dem vorstehend beschriebenen.

Hydraulikzuleitungen 33, 34 können zu Axiallagern 21, 22 führen, um diese als hydrostatische Lager auszubilden. Die Axiallager 21, 22 können ferner für eine axiale Verschiebbarkeit des Walzenmantels 2 ausgelegt sein. Eine weitere Pumpe 44, die aus einem Reservoir 45 fördert, wird mit Vorteil für die Versorgung von Axiallagern 21, 22 vorgesehen, wobei der Volumenstrom des Druckmittels über Regler 46, 47 zu Zuleitungen 33, 34 der Axiallager 21, 22 gelangt. Dadurch wird für eine Axiallagerung des Walzenmantels 2 gegenüber dem Träger 1 gesorgt.

Die Fig. 3 und 4 zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel einer Walze, das sich von dem zuvor beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, daß Innenlagertaschen 14 nicht ausgebildet sind. Die Außenlager-Innenfläche 15 bildet eine Schalenfläche, die als Gleitfläche hydrostatisch gelagert ist auf der sphärischen Innenlagerfläche 13. Über Versorgungsleitungen 19 ist Hydraulikdruckmittel zwischen die Außenlager-Innenfläche und die Innenlagerfläche 13 speisbar. Desweiteren ist das innere hydrostatische Tragelement 12 einstückig mit einem Kolbenabschnitt 40 des Kraftelementes 70 ausgebildet. Im übrigen gelten die vorstehenden Ausführungen zum ersten Ausführungsbeispiel hier entsprechend.

Die Figuren 5 und 6 zeigen ein drittes Ausführungsbeispiel einer Durchbiegungseinstellwalze, das sich von dem ersten Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, daß der für die Anpreßkraft der Lagerungen 7 wirksame Druck ungedrosselt am Walzenmantel 2 ansteht. Es wirkt also eine Druckmittelsäule zwischen Träger 1 und Walzenmantel 2 über die Durchlässe 19, 50 in den Tragelementen 12, 8. Die Drosselwirkung übernehmen hier zwischen der Innenlager-Randfläche 15 und der Innenlagerfläche 13 einerseits und der Außenlager-Randfläche 11 und der Walzenmantelinnenwand 10 andererseits gebildete Spalte. Desweiteren ist auch hier das innere hydrostatische Tragelement 12 einstückig mit einem Kolbenabschnitt des Kraftelementes 70 ausgebildet. Im übrigen gelten die vorstehenden Ausführungen entsprechend.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel, in den Figuren 10 und 11 dargestellt, ist einem äußeren hydrostatischen Tragelement 8 jeweils eine Dichtspalthaltevorrichtung zugeordnet. Die Dichtspalthaltevorrichtung umfaßt ein hydrostatisches Lagerungselement, das eine eigenständige Druckmittelversorgung besitzt, die von der Druckmittelsäule für die Anpreßkraft getrennt ist und unabhängig von dieser arbeitet. Für diesen externen Druck der eigenständigen Druckmittelversorgung ist eine Druckmittelzuführung 56 vorgesehen, die das Lagerungselement speist. Das hydrostatische Lagerungselement ist vorzugsweise außerhalb der Außenlager-Randfläche 11 an dem äußeren hydrostatischen Tragelement 8 ausgebildet und umfaßt mindestens drei umfänglich verteilt angeordnete Lagertaschen 52 mit Randflächen 53. Die Lagertaschen 52 sind an Druckmittelleitungen 54 mit eingebauten Drosseln 55 angeschlossen und werden gemeinsam über verbundene Druckmittelleitungen 54 gespeist. An den Lagertaschen 52 werden durch deren Druckmittelversorgung Strömungsspalte über den Randflächen 53 zum Walzenmantel 2 gebildet, die einen Abstand der Außenlager-Randfläche 11 von der Walzenmantelinnenwand 10 sichern. Beispielsweise sind hier vier umfänglich verteilt angeordnete Lagertaschen 52 vorgesehen.

Hierdurch wird erreicht, daß dann, wenn der Dichtspalt zwischen Außenlager-Randfläche 11 und der Walzenmantelinnenwand 10 des Walzenmantels 2 von der für die Anpreßkraft wirksamen Drucksäule keinen Druckmitteldurchfluß erhält, eine hydrostatische Hilfslagerung wirksam wird. Die Dichtspalthaltevorrichtung hält folglich auch dann einen Dichtspalt über der Außenlager-Randfläche 11 aufrecht, wenn die Kraftelemente 70 entlastet werden. Dadurch wird jeglicher Kontakt mit der Innenwandfläche 10 des Walzenmantels 2 ausgeschlossen.

Die Dichtspalthaltevorrichtung wirkt aber auch dann, wenn ein im Ringraum 3 der Walze einstellbarer Innendruck höher ist als ein Anpreßdruck auf das Kraftelement

70, beispielsweise durch Absenken des Anpreßdrucks, so daß eine Senke am Kraftelement 70 entsteht. Der Strömungsspalt über den Randflächen 53 der Dichtspalthaltevorrichtung kann aber durch die externe Druckmittelzuführung 56 zu den Lagertaschen 52 aufrecht erhalten werden, wodurch der Dichtspalt über der Außenlager-Randfläche 11 erhalten bleibt. Das Druckmittel aus dem Ringraum 3 kann durch diesen Dichtspalt in die Senke strömen, mit der Folge, daß unter Aufrechterhaltung einer am Walzenmantel 2 hydrostatisch gelagerten Außenlager-Randfläche 11 eine zum Träger 1 hin gerichtete Kraft auf den Walzenmantel 2 wirkt. Dies ermöglicht eine lokale Herabsetzung einer von der Walze ausgeübten Linienkraft auf eine nicht dargestellte Gegenwalze.

Die Dichtspalthaltevorrichtungen der einzelnen Lagerungen 7 können an eine gemeinsame Druckmittelzuführung 56 angeschlossen sein.

### Patentansprüche

1. Durchbiegungseinstellwalze mit einem drehbaren Walzenmantel, der von einem feststehenden Träger durchsetzt ist, einer hydraulischen Lageranordnung zwischen Träger und Walzenmantel, die von einzelnen axial nebeneinander angeordneten hydrostatischen Lagerungen gebildet wird, die jeweils ein radial bewegbares Kraftelemente mit einem Außenlagertaschenelement umfassen, wobei das Außenlagertaschenelement eine zylindrische, den zylindrischen Walzenmantel auf einer inneren Mantelumfangslinie hydrostatisch abstützende Außenlagerfläche aufweist, und mit einer an jedem Walzenmantelende vorgesehenen Randlagereinheit, dadurch gekennzeichnet, daß das Außenlagertaschenelement (9) jeweils auf einer sphärischen, zur inneren Umfangslinie des Walzenmantels (2) konzentrisch verlaufenden Innenlagerfläche (13) hydrostatisch gelagert ist.
2. Durchbiegungseinstellwalze nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hydrostatischen Lagerungen (7) jeweils ein inneres hydrostatisches Tragelement (12) aufweisen, an dem die Innenlagerfläche (13) ausgebildet ist.
3. Durchbiegungseinstellwalze nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Kraftelement als Druckkolben ausgebildet ist, der in einer Ausnehmung (41) des Trägers (1) radial bewegbar geführt ist.
4. Durchbiegungseinstellwalze nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenlagerfläche (13) ein Innenlagertaschenelement (14) zugeordnet ist.
5. Durchbiegungseinstellwalze nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Außenlagertaschenelement (9) von einem äußeren

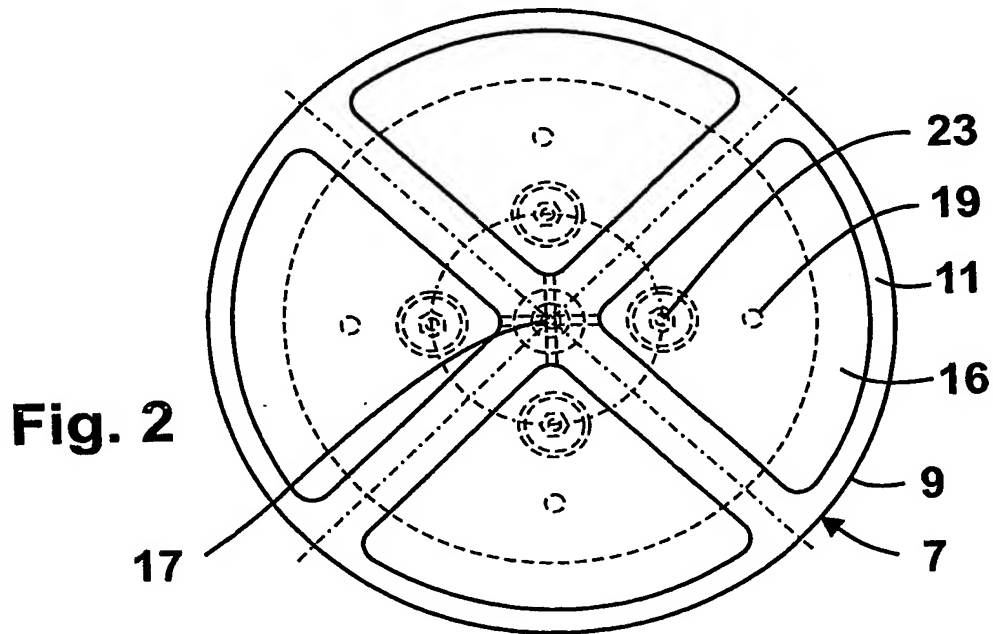
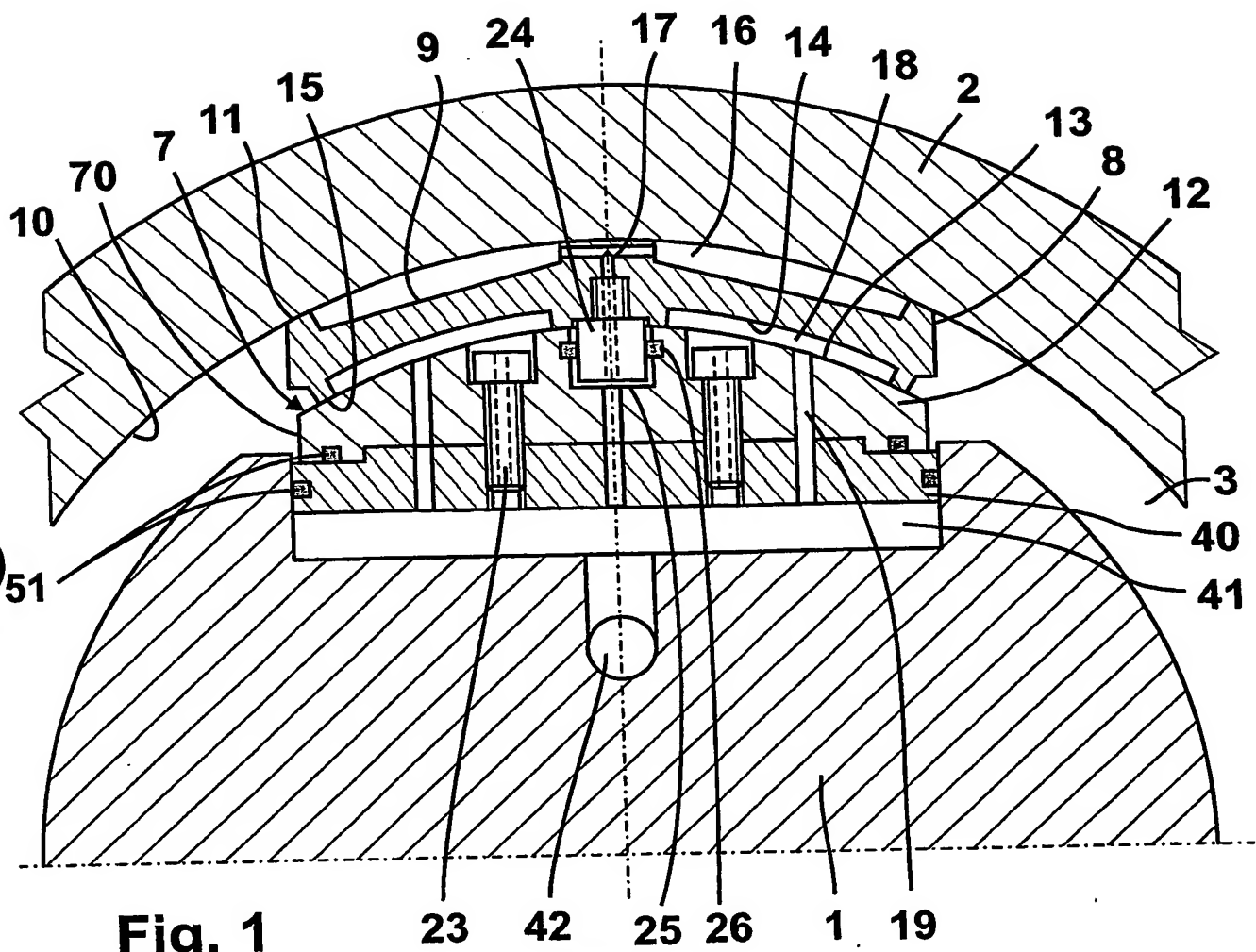
hydrostatischen Tragelement (8) gebildet wird, das ein Innenlagertaschenelement (14) unter Ausbildung einer Innenlager-Randfläche (15) aufnimmt.

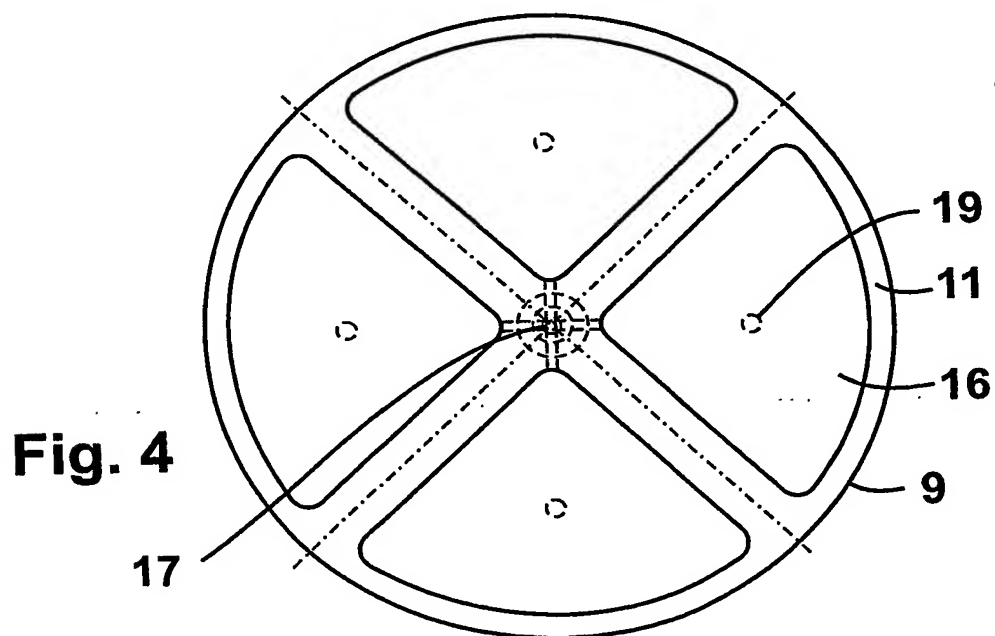
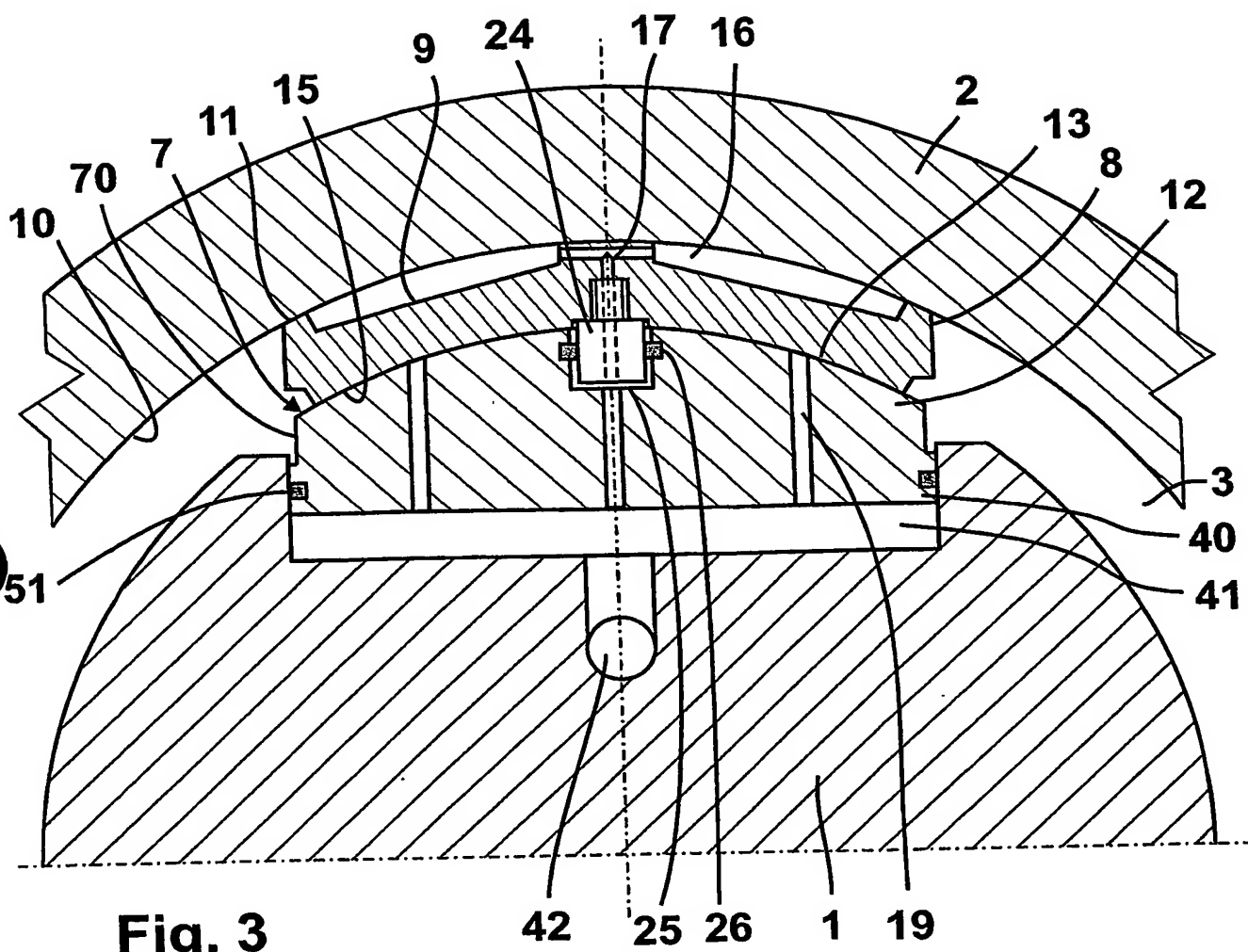
6. Durchbiegungseinstellwalze nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die sphärische Innenlagerfläche (13) an einem inneren Tragelement (12) eines Kraftelementes (70) vorgesehen ist.
7. Durchbiegungseinstellwalze nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenlagerfläche (13) aus einzelnen Flächenabschnitten besteht.
8. Durchbiegungseinstellwalze nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die hydrostatischen Lagerungen (7) an jeweils eine Zuleitung (17, 19) für eine Druckflüssigkeit zur Speisung von Lagertaschenelementen (9, 14) angeschlossen sind.
9. Durchbiegungseinstellwalze nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuleitungen (17, 19) für die Druckflüssigkeit jeweils mit einer Reguliervorrichtung verbunden sind, die den Druck und die Strömung der Druckflüssigkeit bestimmt.
10. Durchbiegungseinstellwalze nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß Außen- und Innenlagertaschenelemente (9, 14) mit jeweils einem konstanten Volumenstrom einer Druckflüssigkeit beaufschlagbar sind.
11. Durchbiegungseinstellwalze nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Rendlagereinheit (6) am Walzenmantelende von jeweils einem auf einem radial bewegbaren Lagerring angeordneten Wälzlager gebildet wird.

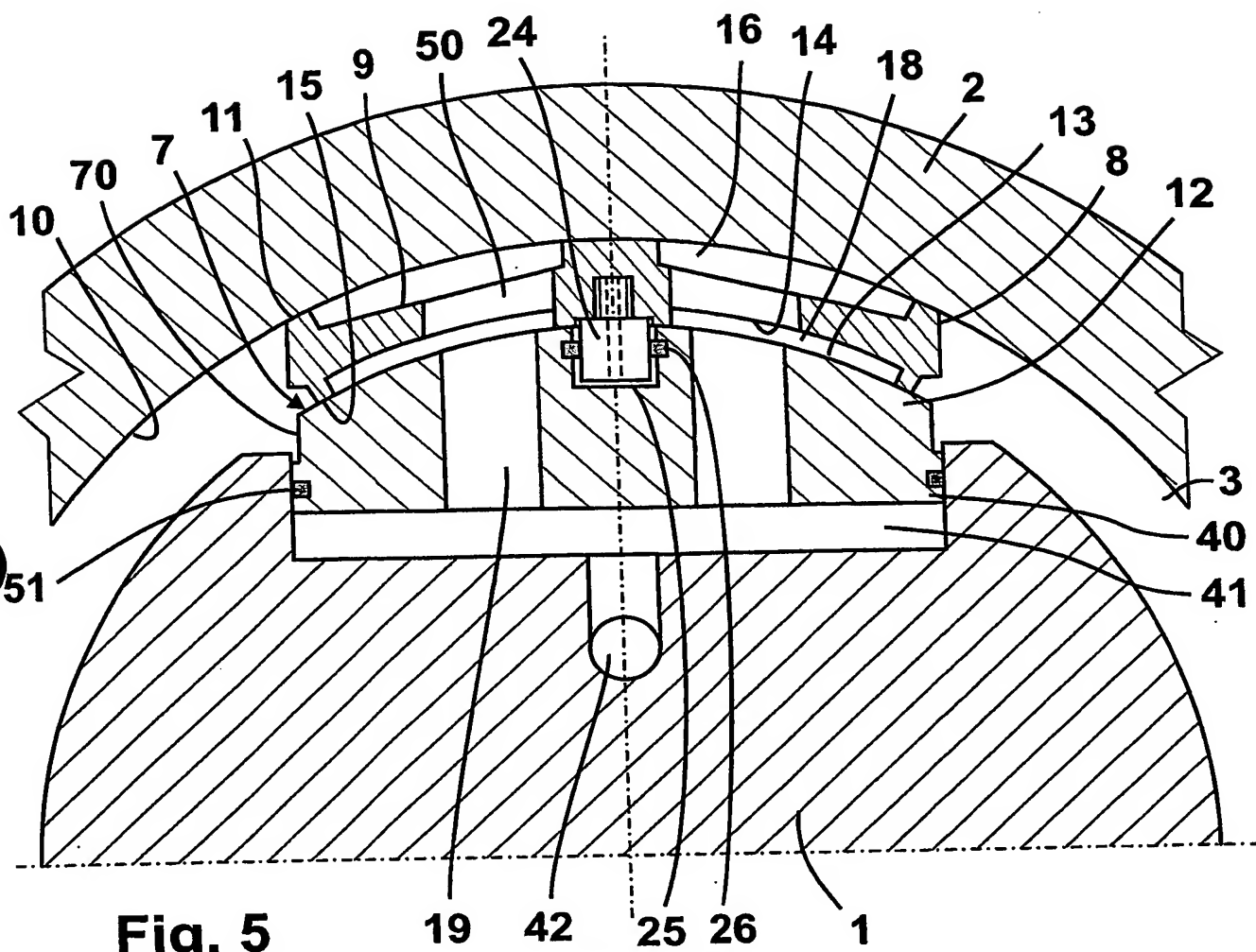
12. Durchbiegungseinstellwalze nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Randlagereinheit (6) am Walzenmantelende von mindestens zwei in Umfangsrichtung verteilt angeordneten hydraulischen Lagern (6.2) auf einem radial bewegbaren Lagerring (6.1) gebildet wird, die gleich den hydrostatischen Lagerungen (7) ausgebildet sind.
13. Durchbiegungseinstellwalze nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die hydrostatischen Lagerungen (7) entlang gegenüberliegenden Reihen zwischen den beiden Randlagereinheiten (6) angeordnet sind.
14. Durchbiegungseinstellwalze nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß ein Heizmedium in einen Ringraum (3) zwischen Walzenmantel (2) und Träger (1) einspeisbar ist.
15. Durchbiegungseinstellwalze nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Walzenmantel (2) einen äußeren elastischen Belag aufweist.
16. Durchbiegungseinstellwalze nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß dem äußeren hydrostatischen Tragelement (8) jeweils eine Dichtspalthaltevorrichtung zugeordnet ist, die ein hydrostatisches Lagerungselement mit einer eigenständigen Druckmittelversorgung (56) umfaßt.
17. Durchbiegungseinstellwalze nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das hydrostatische Lagerungselement außerhalb der Außenlager-Randfläche (11) an dem äußeren hydrostatischen Tragelement (8) ausgebildet ist und

mindestens drei umfänglich verteilt angeordnete und gemeinsam über verbundene Druckleitungen (54) gespeiste Lagertaschen (52) umfaßt.

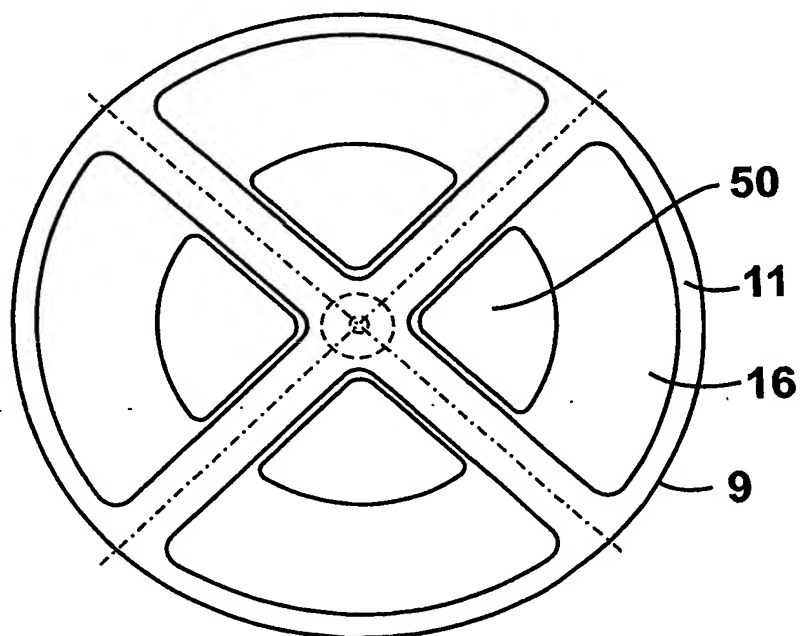
18. Durchbiegungseinstellwalze nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß das hydrostatische Lagerungselement mehrere zueinander beabstandete und durch jeweils eine Ringfläche (53) begrenzte Lagertaschen (52) aufweist.







**Fig. 5**



**Fig. 6**

Fig. 7

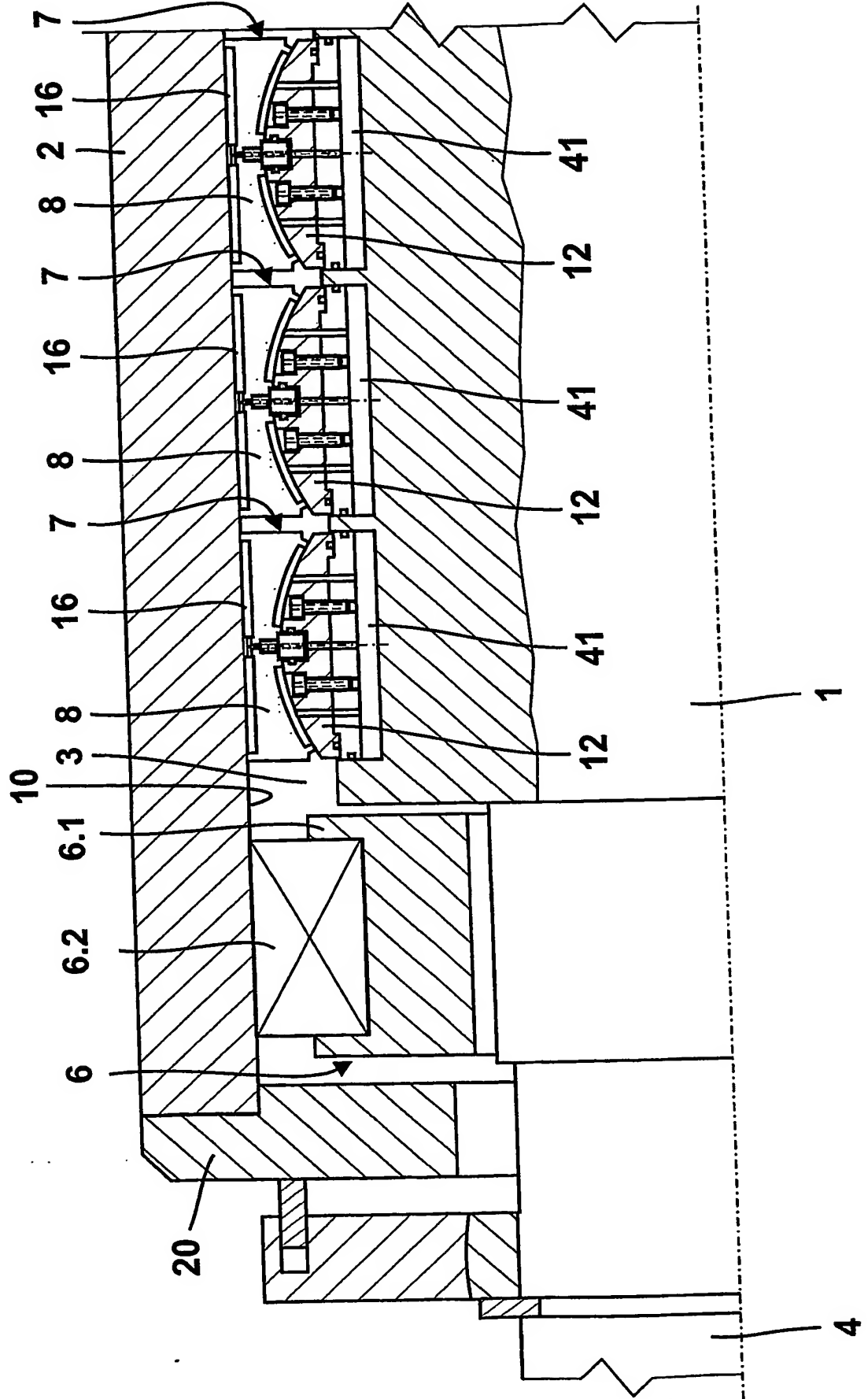


Fig. 8

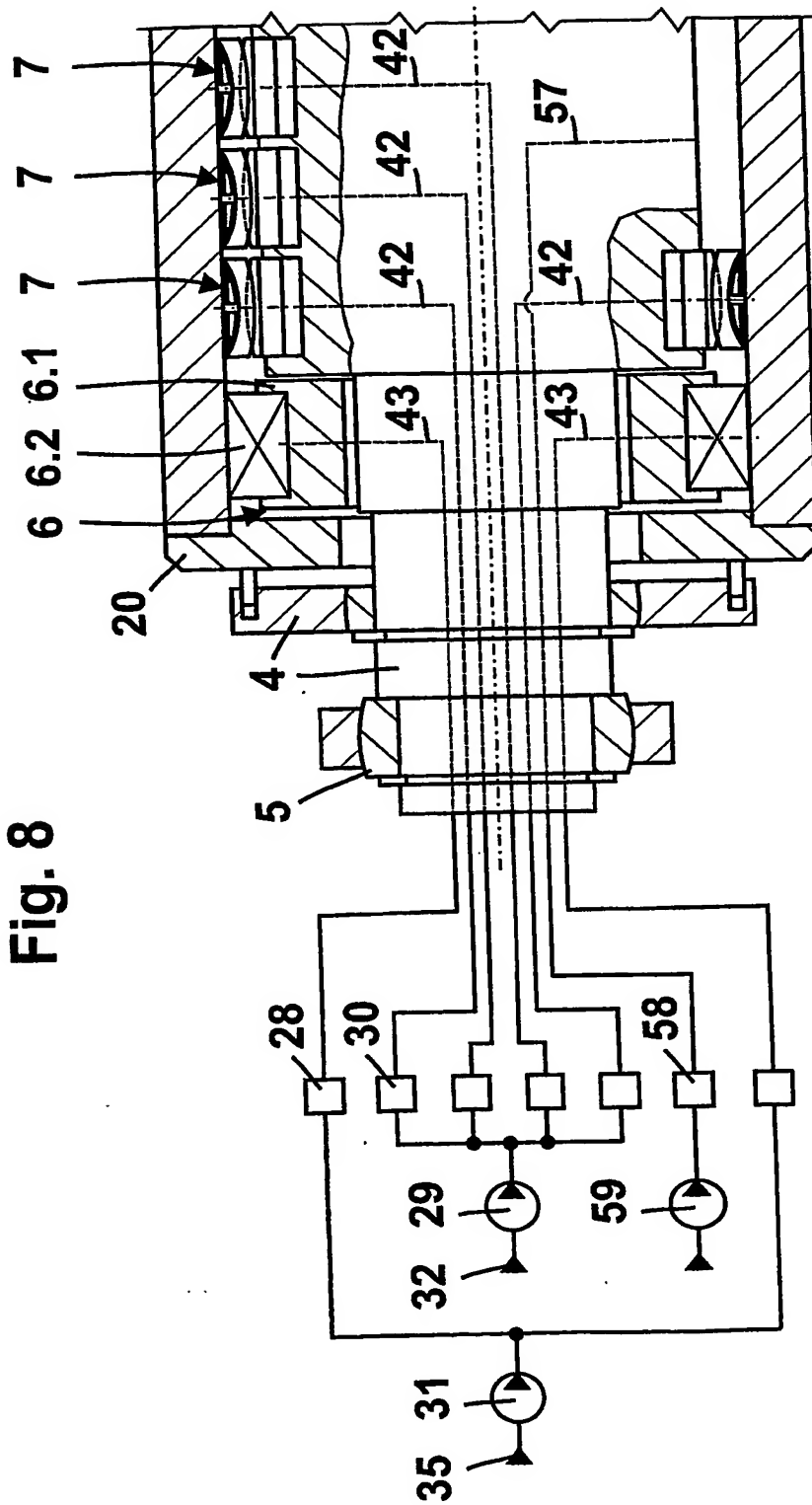
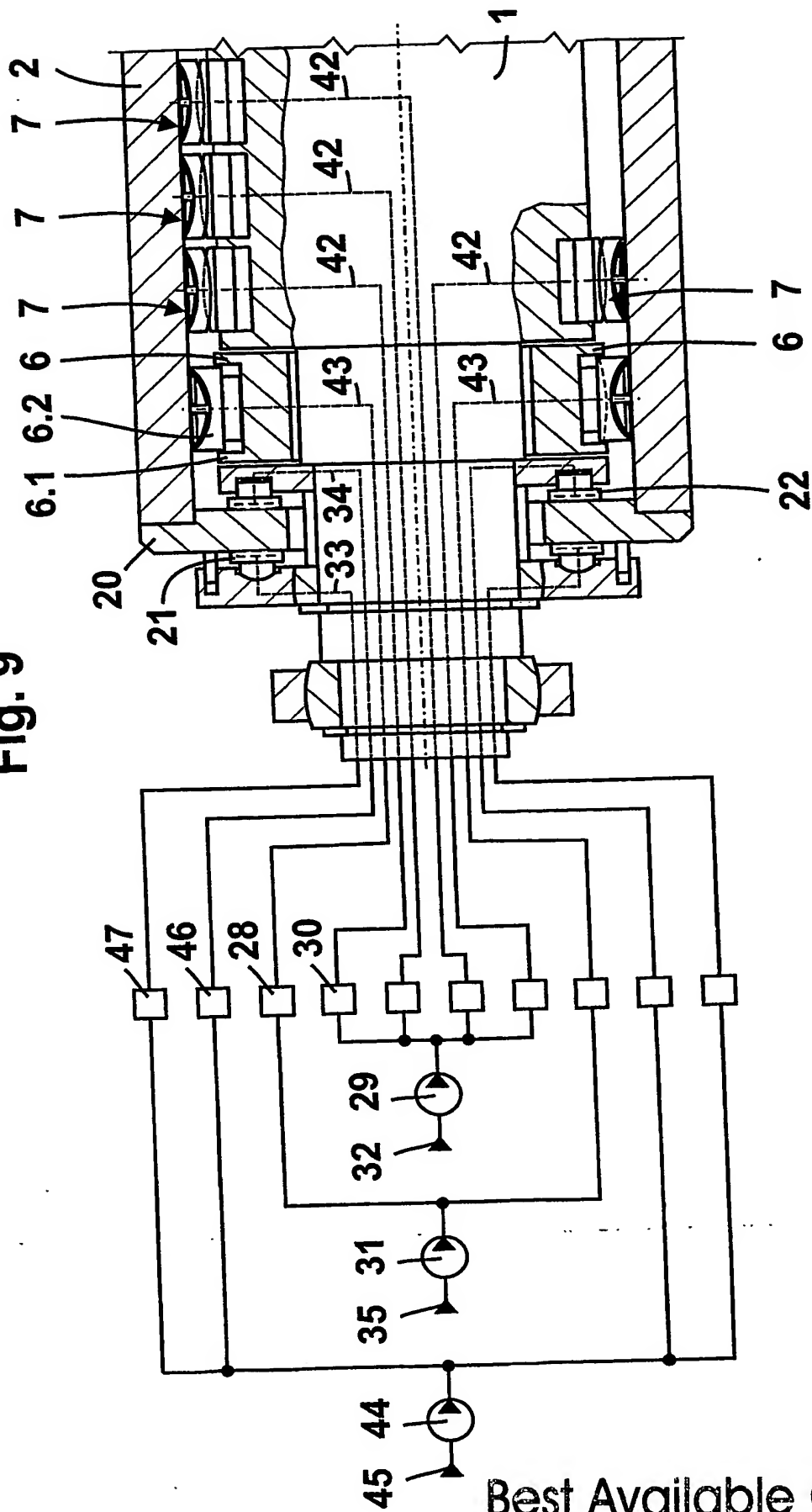
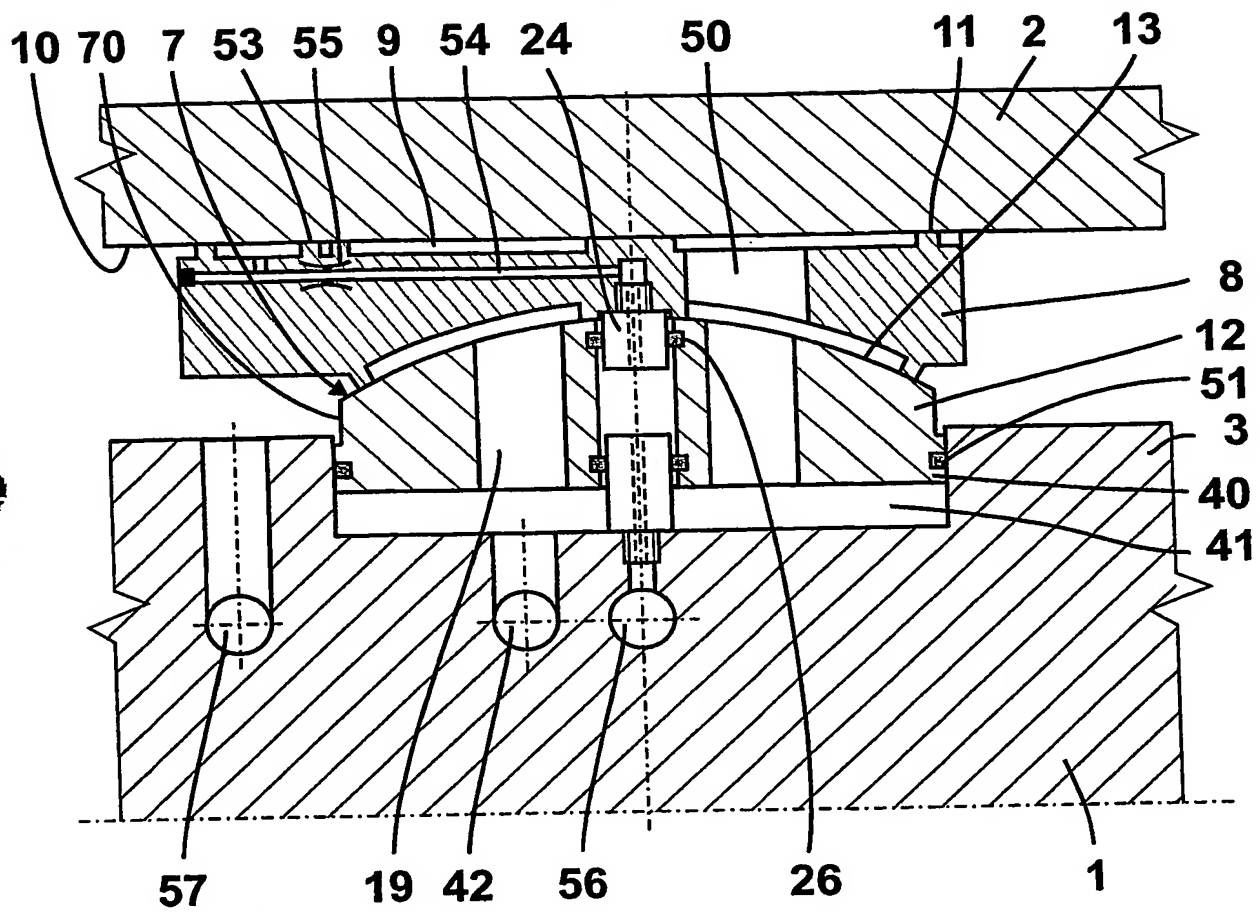


Fig. 9



Best Available Copy

**Fig. 10**



**Fig. 11**

